

手書き入力信号のISDN通信方式について

小柳津育郎 田中 清人 山口 利和 宮保 克明 高橋 護

NTT情報通信処理研究所

パソコンをISDNに接続し、スキャナから200dpiの解像度で読み込んだ資料を高速に転送し、これに音声とカラー描画を用いてインタラクティブに対話ができるオーディオグラフィック通信会議システムを開発した。本通信会議システムでは、ISDNの2本のBチャンネルをそれぞれ音声とデータの転送に割当て、データ系チャンネルでは転送速度やリアルタイム性等の要求特性が異なる複数のメディアを共通にLAP-Bを用いて転送している。この報告では、ISDNのLAP-Bを用いて手書き入力信号を転送し、送受信双方の端末で実時間で再生表示をするための通信制御の設計法について述べ、システムを実現することにより本設計法が有効であることを実証している。

DESIGN OF ISDN COMMUNICATION CONTROL METHOD FOR ONLINE HANDWRITTEN SIGNALS

Ikuo Oyaizu Kiyoto Tanaka Toshikazu Yamaguchi
Katsuaki Miyabo Mamoru Takahashi

NTT Communications and Information Processing Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka-Shi, Kanagawa 238-03, JAPAN

An audio-graphics teleconferencing system capable of interactive conversation, using voice and multi-media documents (image, handwritten and text data), is developed by linking a personal computer to an ISDN basic rate interface. In this teleconferencing system, one of the two B channels in BRI is used for transmitting voice data, and the other channel is used for transmitting data such as image, handwritten and text by using X.25 layer 2 protocol.

This paper describes the ISDN transmission control introduced into the teleconferencing system by which the data transmission capability required for real time handwritten signals can be achieved.

1. はじめに

パーソナルコンピュータをISDNの基本インタフェースに接続し、スキャナから200dpiの解像度で読み込んだ資料を高速転送して送受信双方に表示し、これに音声とカラー描画を用いてインタラクティブに対話ができるオーディオグラフィック通信会議システムを開発した⁽¹⁾。このようなマルチメディアを扱う通信会議システムを実現するためにはISDNを利用して、転送データ長やリアルタイム性等の特性が異なるマルチメディアデータをそれぞれの要求特性を満足しつつ高速転送する通信制御方式を開発する必要がある。本通信会議システムでは、ISDNの2本のBチャンネルをそれぞれ音声とデータ転送用に割当て、データチャンネル上では高速転送が要求されるイメージデータとリアルタイム性が要求される手書き入力信号や制御データを共にX.25レイヤ2プロトコル(LAP-B)を用いて転送している。

この報告では、ISDNのLAP-Bを用いて手書き入力信号を転送し、送受信双方の端末で実時間で再生表示をするための通信制御の設計法について述べ、システムを実現することにより本設計法が有効であることを示す。

2. システム概要

本オーディオグラフィック通信会議システムは、資料をイメージ送信し、これを送受信双方に表示して、多人数で話しながらインタラクティブに資料の加筆・修正を行い、その場で内容を確認しながら議論を進めていくことができる会議支援ツールである。このようなタイプのシステムについては既にいくつかの実現例^{(2)・(3)}がある。これらに比較し、本システムは表1に示す特長を有する。本システムのハードウェア構成は表2に示すとおりである。

表1 システムの特長

No	特 長
1	スキャナから200dpiの高解像度で読み取ったA4判文書を、ISDN基本インタフェースを用いて相手端末装置に約10～15秒/枚で送信できる。
2	送信したイメージ文書を細線保存による画像縮小変換法 ⁽⁴⁾ を活用して1/3に縮小し、A4判文書半ページをパーソナルコンピュータのディスプレイに高い品質で表示し、この上にカラー8色の手書き文字、図形データを入力、表示することができる。
3	領域切出しによる画像拡大変換法 ⁽⁵⁾ を用いて、縮小画面に加筆した手書き入力データを元のイメージデータの画素数に拡大して重ね合わせることで、解像度が異なるイメージデータをA4判200dpiのカラー文書ファイルで一元管理している。

表2 ハードウェア構成

構成装置		仕様の概要	
本 体	パーソナルコンピュータ	PC9801シリーズ	
	内蔵ボード	GPIBボード	イメージスキャナ接続用
		増設RAMボード	容量4MB
		圧縮/伸張ボード	MMR方式
	通信ボード	INSネット64	
周 辺 装 置	入	イメージスキャナ	白黒A4判200dpi
	力	液晶パネル付きタブレット	読取り範囲 211x150mm
	出	大型CRT	640x400画素
	力	プリンタ	レーザービームプリンタ
音 声 入出力	エコーキャンセラー、マイク、スピーカ	ハンズフリー音声会議用	

3. I S D N通信制御方式の設計

3. 1 データ転送プロトコル

(1) チャネル割当て

本通信会議システムでは、音声、イメージ情報、手書き入力情報等要求特性の異なるマルチメディア・データを扱う。イメージデータを高速に転送するには、回線交換のBチャネルを使用して、データを圧縮符号化し、レイヤ2プロトコルを用いてエラーフリーのデータ転送を行うことが必須となる。また、音声データの送信には、回線交換のBチャネルが必要である。従って、マルチメディア・データのチャネル割当ては、手書き入力信号、制御信号等のリアルタイム性を要求されるデータを、音声系とデータ系のどちらのチャネルを利用して転送するかの問題に帰着する。

(a) データ系チャネル利用：イメージデータの他に、手書き入力信号、ポインティング信号および制御信号をレイヤ2プロトコルを用いて転送する。

(b) 音声チャネル利用：64 k b p s非制限ベアラサービスのチャネルを、56 k b p sの音声サブチャネルと8 k b p sのデータサブチャネルに分割する。

本通信会議システムでは、市販のパソコン用I S D N通信ボードのハードウェア、ソフトウェアが活用でき、かつ音声系についてデジタル電話機との接続互換性がとれる方式(a)を採用する。

(2) レイヤ2プロトコル

レイヤ2プロトコルはX. 25 (LAP-B)とする。なお、アウトスタンディング数ならびに情報フレーム受信後の応答確認フレーム送信方法は、以下のとおりとする。

(a) アウトスタンディング数は7。

(b) 最初の情報フレーム受信後1秒を経過すると応答確認フレームを相手に送信する。アウトスタンディング数内で連続受信する情報フレームの数に依存しない。

3. 2 手書き入力信号の処理方式

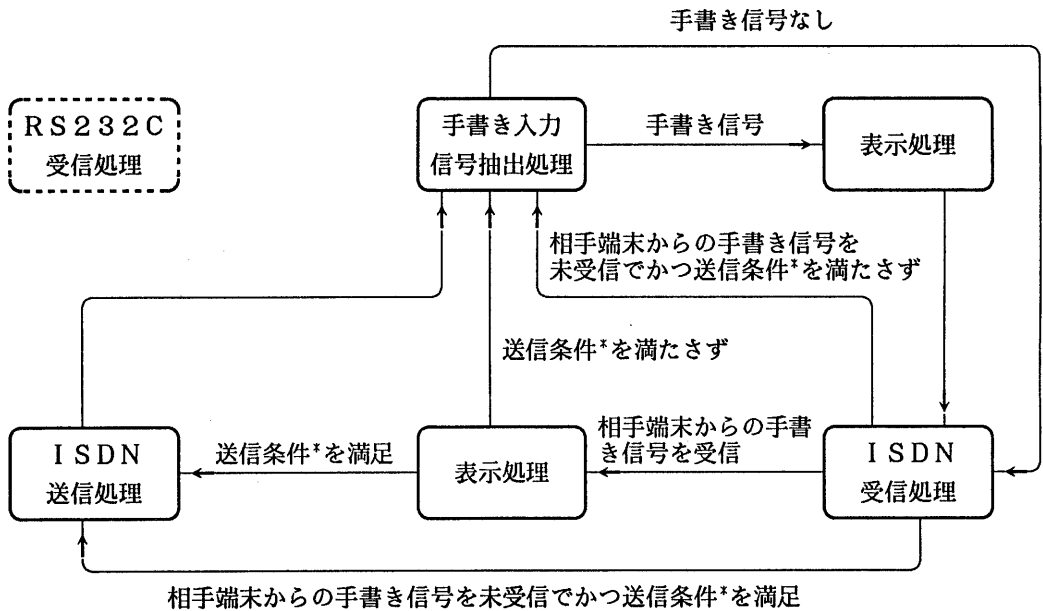
通信会議では、自端末側の手書き入力信号を実時間で再生表示するとともに、パケットにして相手端末に送信し再生表示する一連の処理をインタラクティブに行う。パケット化する場合、送受信処理のオーバーヘッドのため、自端末の再生表示レスポンスが低下することが予想される。この対策として、手書き入力信号を複数個パケット化して相手端末に送信することで一信号あたりの送受信処理のオーバーヘッドを相対的に小さくし、自端末側の再生表示レスポンスを改善する方式を採用する。

また、手書き入力信号をディスプレイ表示する処理時間はタブレットからの入力周期に比べて小さいが、I S D N回線へパケットを送信するときのパソコンの保留時間は手書き信号の入力周期に比べて大きいことが予想される。英文筆記体のようなストロークが長い手書き信号が連続して入力されるとストロークの途中でパケット送信が起き、かつこの期間中にも手書き信号が入力バッファに一定周期で蓄積されるため、後続する手書き信号の表示処理が遅れ、タブレットからの入力周期内に表示できないケースが発生する。入力バッファ内に処理待ちの手書き信号が多数蓄積されている場合には、飛び越し処理を行うことにより、処理待ちの手書き信号が入力バッファに蓄積することを防ぎ、表示処理に必要なC P U負荷を軽減する方式を採用する。

3. 3 評価モデル

自端末側と相手端末側で同時に連続して手書きをおこなった時、自端末側で手書き入力信号を表示し相手側に送信するとともに、相手側からの手書き信号を受信し表示する処理モデルは、図1に示すとおり

りとなる。



(注) * :タブレットから手書き入力が終了したとき, または送信するポイント数になった時



:バックグラウンド処理



:アプリケーションプログラムの処理

RS232C受信処理 : RS232Cインタフェースに接続されたタブレットからの手書き入力信号を受信する。

手書き入力信号抽出処理 : 受信した手書き入力信号のうち処理の対象とする信号を抽出し, グラフィック描画可能なコードに変換する。

表示処理 : グラフィック描画を行う。

ISDN受信処理 : 相手側から送信された手書き信号をISDN回線で受信する。

ISDN送信処理 : タブレットから入力された手書き信号を, 相手側にISDN回線で送信する。

図1 手書き入力信号の処理モデル

図1の手書き入力信号の処理モデルにおいて, パラメータを以下のとおりとする。

t_1 : タブレットからの入力時間間隔

t_2 : タブレットの1ポイントをRS232Cインタフェースで受信処理する時間

t_3 : 受信した手書き入力信号を抽出し, 変換処理する時間

t_4 : 1ポイントあたりの表示処理時間

t_5 : パソコンのISDN送信処理時間

t_{60} : パソコンのISDN受信処理時間 (ISDN通信ボードのバッファに受信データなし)

t_{61} : パソコンのISDN受信処理時間 (ISDN通信ボードのバッファに受信データあり)

n : 1 パケットあたりの最大送信ポイント数
 m : 手書き入力信号抽出処理で出力する 1 ポイントあたりの飛び越しポイント数
 手書き入力信号を自端末側で実時間で再生表示可能なためには、次の条件を満足する必要がある。

(1) タブレットからの全手書き入力信号を、パケット送信間隔内に処理可能であること。

本条件は、以下の式で示される。

$$(m+1) \times n \times t_1 \geq (m+1) \times n \times t_2 + n \times t_3 + n \times t_4 + (n-1) \times t_{60} + t_5 + t_{61} + n \times t_4 \quad (1)$$

(2) レイヤ2プロトコルのパケット送信レート (ポイント数) が、タブレットの座標出力レート (ポイント数) 以上であること。

本条件は、アウトスタンディング数が7であること、ならびに受信側は最初の情報フレーム受信後 1 秒経過すると応答確認フレームを送信することより、以下の式で示される。

$$n \geq (1/t_1) / [(m+1) \times 7] \quad (2)$$

4. 評価

3. 3節で求めた評価モデルについて、2種類の市販 ISDN 通信ボード A と B について評価を行うとともに、本オーディオグラフィック通信会議システムにおいて、両端末側から同時に連続して手書き入力をおこない、本設計法の有効性を検証する。

4.1 パラメータ m, n の算出

市販 ISDN 通信ボードをパーソナルコンピュータに搭載し、3. 3節のパラメータを測定し m と n の関係を求めた。評価に使用した機器の仕様を表 2 に、市販 ISDN 通信ボードの各処理時間ならびに仕様を表 3 に、ISDN 通信ボードに依存しない各パラメータの値を表 4 に示す。

表 3, 4 のパラメータ値を用い、式 (1), 式 (2) について手書き入力信号抽出処理で出力する 1 ポイントあたりの飛び越しポイント数 m と 1 パケット送信あたりの最大送信ポイント数 n との関係を求めた結果を図 2, 3 に示す。なお, m, n はともに整数であり、かつ n は式 (1), (2) より求められる値より大きいか等しい最少の整数である。

表 2 装置の仕様

装 置		仕 様
パーソナルコンピュータ		PC9801RX (12MHz)
タブレット	読取り範囲	211×150mm
	分解能	10本/mm
	座標出力レート	140ポイント/秒
	1ポイントの出力データ長	5バイト
	パソコンとの接続方法	RS232Cインタフェース

表3 ISDN通信ボードの処理時間(実測値)
単位:ミリ秒

項目	通信ボードA	通信ボードB
t_5	$17.82+0.006643 \times \alpha^*$	$2.11+0.006643 \times \alpha^*$
t_{60}	14.15	1.56
t_{61}	$14.15+0.007628 \times \alpha^*$	$1.56+0.007628 \times \alpha^*$

(注)*: α は送受信データバイト長
 $8(\text{バイト})+4(\text{バイトあたりのバイト数}) \times n$

表4 各パラメータ値
単位:ミリ秒

項目	値	記事
t_1	7.14	装置仕様
t_2	0.61	実測値
t_3	0.94	実測値
t_4	1.61	実測値

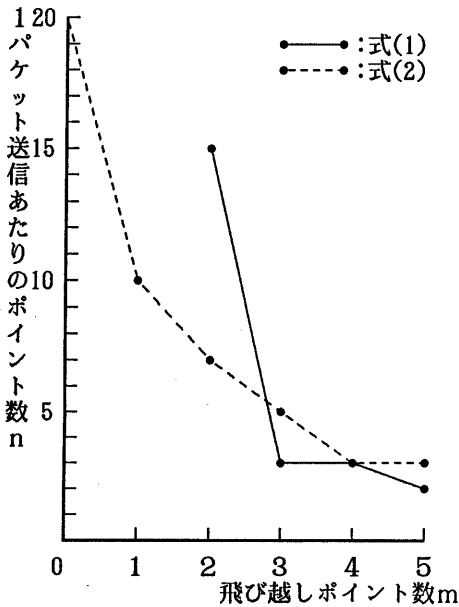


図2 ISDN通信ボードAのmとnの関係

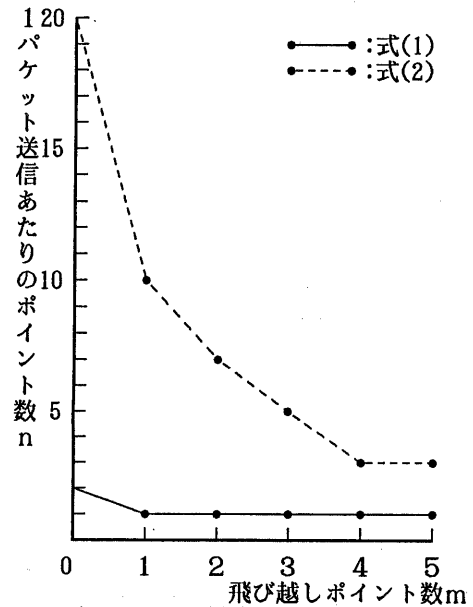


図3 ISDN通信ボードBのmとnの関係

4.2 結果の考察

図2は、飛び越しポイント数 $m=0$ (タブレットからの全手書き入力信号を表示し相手側に送信する場合)と $m=1$ では1パケットあたりの送信ポイント数をどれだけ大きくしても、手書き入力速度に表示が追いつけないことを示している。飛び越しポイント数 $m=2$ では、1パケットあたりの送信ポイント数 n は式(1)の条件で決まり、 $m=3$ 以上の場合には式(2)の条件で決まることを示している。これは、通信ボードAの処理時間の固定項が大きいことに起因している。オーディオグラフィック通信会議システムにおける実際の手書き入力試験においても、図2で示される m, n のとおりなることを確認した。

図3の通信ボードBでは、飛び越しポイント数がどのような場合にも1パケットあたりの送信ポイント数 n が式(2)の条件で決まることを示している。オーディオグラフィック通信会議システムにおける実際の手書き入力試験においても、図3で示される m, n のとおりなることを確認した。

本処理方式では、手書き入力に自端末側での表示が追従できない場合、タブレットから受信した手書き入力信号を飛び越して処理する。本処理において m ポイントの飛び越し処理をしても表示品質を落と

さないためには、以下の式が成り立つ必要がある。

$$v \times t_1 \times m \leq x / a \quad (3)$$

$$v \times t_1 \times m \leq y / b \quad (4)$$

ここで、 v はペン速度、 t_1 はタブレットの入力時間間隔、 x 、 y はタブレットの読取り範囲、 a 、 b はタブレットに一体化してある液晶表示部のドット数である。

ペン速度の最高は20～30 cm/秒、平均のペン速度は最高速度の1/2程度と報告されているので^{(6)・(7)}、この値を用いて4.1節で使用したタブレットについて式(3)、(4)を算出すると、次のとおりとなる。

$$2.14 \times m \leq 0.33 \quad (5)$$

$$2.14 \times m \leq 0.38 \quad (6)$$

m は整数であるから、式(5)、(6)は、「タブレットから受信した手書き入力信号を飛び越して表示処理する」と、平均の筆記速度においても入力信号に対して表示の劣化が生じていることを示している。しかし、通信ボードAにおいて、 $m=2$ にして実験を行ったが、通常の文字図形を筆記する限りにおいては体感上問題がない結果を得ている。

一方、通信ボードBでは、 $m=0$ で実時間表示が可能のため、式(5)、(6)からも品質を落とさずに入力信号の再生表示が可能である。しかし、相手端末での表示レスポンスは n が小さいほど改善されるので、表示劣化が体感上問題とならない範囲で m を大きくすることができると考えられる。

今後は、マンマシンインタフェースの観点から、最適な m 、 n の値を決定する方法を明らかにする必要がある。

5. おわりに

パソコンを用いたオーディオグラフィック通信会議システムのISDN通信制御の一設計法について提案した。ここでは、手書き入力信号をISDNのLAP-Bを用いて転送し送受信双方の端末において再生表示する場合の処理フローをモデル化し、実時間表示を実現するために必要な処理条件を明らかにした。また、市販の2種類のパソコン用ISDN通信ボードを適用して通信会議システムを実現し処理モデルの各要素の処理時間をそれぞれ実測することにより本設計法が有効であることを示した。

謝 辞 日頃、ご指導・ご鞭撻頂く当研究所研究企画部松永俊雄部長、情報通信処理研究部拜原正人部長に感謝いたします。

参考文献

- (1) 山口、田中、高橋、宮保：“ISDNを利用したオーディオ・グラフィック通信会議端末の設計”，情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理研究会 48-9 (1991)
- (2) 鳩野、上田、坂田，“グループ共同作業支援のためのマルチメディア在席対話システム”，情処論，Vol.30 No.4, PP.527～PP.534 (1989)
- (3) 有川、谷川、林，“パソコンを用いたマルチメディア通信会議システム”，NTT R&D, Vol.39, No.9, PP.1265～1274 (1990)
- (4) 若林，“画像の縮小変換方法”，特開平1-080167号
- (5) 小柳津、田中，“カラー2値画像の拡大縮小とその評価”，情報処理学会 マルチメディア通信と分

散処理研究会 48-11 (1991)

(6) 佐藤, 中村: “描画像信号の予測符号化方式”, 信学論 (B), J65-B, 2, PP.215~222(1982)

(7) 保原: “手書き文字認識への一つの道”, 計測と制御, Vol.11, No.4, PP.374 (1972)

【付録】 パラメータ値 (処理時間) の測定方法

測定項目	測定法の概要
アプリケーションプログラムだけに依存する処理 (t_3, t_4)	① 対象とする処理を含むループプログラムを作成し, 1秒間あたりのループ実行回数を測定することで1ループ処理時間を算出. ② ①のプログラムから対象とする処理を除き, 1秒間あたりのガミループ実行回数を測定することで1ガミループ処理時間を算出. ③ $[\{①で算出した時間\} - \{②で算出した時間\}]$ により, 対象とする処理の実行時間を算出.
バックグラウンド処理 (t_2)	① タブレットをRS232Cインタフェースに接続し, 手書き入力信号を連続して入力しながら1秒間あたりのガミループ実行回数を測定. ② 手書き入力なしで1秒間あたりのガミループ実行回数を測定し, 1ガミループ処理時間を算出. ③ $[\{②で測定したガミループ実行回数\} - \{①で測定したガミループ実行回数\}] \times \{②で算出した1ガミループ処理時間\} / \{タブレットの座標出力レイト\}]$ で, タブレットからの1ポイント入力あたりのRS232C受信時間を算出.
ISDN通信に依存する処理 (t_5, t_{60}, t_{61})	① 自端末と相手端末をISDN回線で接続し, 1秒間複数回のISDN送信または受信処理+ガミループを実行し, ガミループ実行回数を測定. ② ①のプログラムからISDN送信または受信処理を除き, 1秒間あたりのガミループ実行回数を測定し, 1ガミループ処理時間を算出. ③ $[\{②で測定したガミループ実行回数\} - \{①で測定したガミループ実行回数\}] \times \{②で算出した1ガミループ処理時間\} / \{ISDN送信または受信処理の回数\}]$ で, ISDN送信または処理に要する時間を算出.